

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-120399

(P 2003-120399A)

(43) 公開日 平成15年4月23日 (2003. 4. 23)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 0 2 D 45/00	3 6 0	F 0 2 D 45/00 3 6 0 Z	3G022
	3 6 8		3 6 8 Z 3G062
F 0 1 N 3/00		F 0 1 N 3/00	F 3G084
3/08		3/08	A 3G091
3/24		3/24	E 3G092
審査請求 未請求 請求項の数 8	OL	(全 13 頁)	最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-311835 (P2001-311835)

(22) 出願日 平成13年10月9日 (2001. 10. 9)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 池田 慎治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外2名)

最終頁に続く

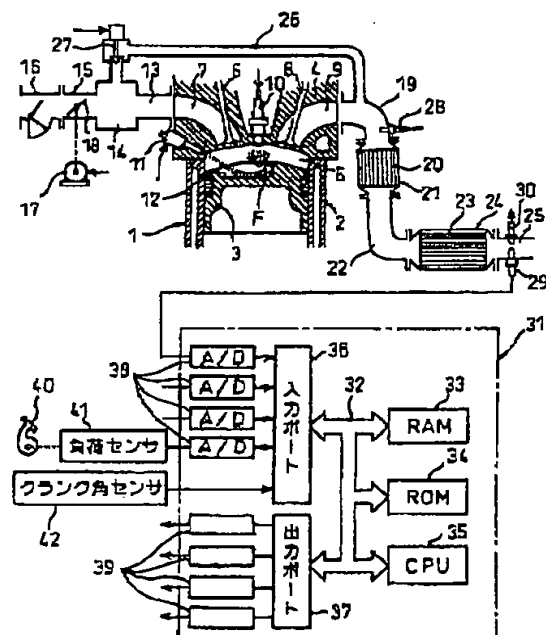
(54) 【発明の名称】 NO_x センサ異常検出装置

(57) 【要約】

【課題】 NO_x センサ異常検出装置を提供する。

【解決手段】 内燃機関の燃焼室から排出される排気ガス中のNO_x濃度に応じて異なる値の出力値を出力し、該出力値から排気ガス中のNO_x濃度を検出することができるNO_xセンサの異常を検出するためのNO_xセンサ異常検出装置において、NO_xセンサに到達する排気ガス中のNO_x濃度を強制的に変動させ、このときにNO_xセンサが出力する出力値の変動が当該NO_xセンサが正常であるときに取りうる変動からずれている場合には、NO_xセンサに異常があると判定する。

図1



(2)

特開2003-120399

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の燃焼室から排出される排気ガス中の NO_x 濃度に応じて異なる値の出力値を出力し、該出力値から排気ガス中の NO_x 濃度を検出することができる NO_x センサの異常を検出するための NO_x センサ異常検出装置において、 NO_x センサに到達する排気ガス中の NO_x 濃度を強制的に変動させ、このときに NO_x センサが出力する出力値の変動が当該 NO_x センサが正常であるときに取りうる変動からずれている場合に、 NO_x センサに異常があると判定するようにしたことを特徴とする NO_x センサ異常検出装置。

【請求項2】 内燃機関が通常の運転制御に従って運転せしめられているときに取りうる排気ガス中の NO_x 濃度の変動よりも大きく排気ガス中の NO_x 濃度を強制的に変動させるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の NO_x センサ異常検出装置。

【請求項3】 内燃機関が燃焼室から排出された排気ガスを再び燃焼室内に循環させるように構成されている場合には、燃焼室内に循環せしめられる排気ガスの量を強制的に変動させることにより、排気ガス中の NO_x 濃度を強制的に変動させるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の NO_x センサ異常検出装置。

【請求項4】 内燃機関が燃焼室から排出された排気ガスを再び燃焼室内に循環させるように構成されている場合には、燃焼室内に循環せしめられる排気ガスの温度を強制的に変動させることにより、排気ガス中の NO_x 濃度を強制的に変動させるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の NO_x センサ異常検出装置。

【請求項5】 燃焼室内において燃料を点火するタイミングを強制的に変動させることにより、排気ガス中の NO_x 濃度を強制的に変動させるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の NO_x センサ異常検出装置。

【請求項6】 内燃機関の運転が定常状態にあるときのみ NO_x センサの異常を検出するための制御を実行するようにしたことを特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載の NO_x センサ異常検出装置。

【請求項7】 流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには排気ガス中の NO_x を吸収し且つ流入する排気ガス中の空燃比がリッチとなると吸収している NO_x を放出して排気ガス中の炭化水素により還元浄化し且つ流入する排気ガスの空燃比がリッチである間に吸収している NO_x の量が零に近づくアンモニアを生成する NO_x 吸収剤が内燃機関の排気通路に配置され、上記 NO_x センサが該 NO_x 吸収剤から流出する排気ガス中の NO_x 濃度を検出するように NO_x 吸収剤下流の排気通路に配置されている場合には、 NO_x 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときに NO_x センサの異常を検出することを特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載の NO_x センサ異常検出装置。

【請求項8】 内燃機関の燃焼室から排出される排気ガ

ス中の NO_x 濃度に応じて異なる値の出力値を出力し、該出力値から排気ガス中の NO_x 濃度を検出することができる NO_x センサの異常を検出するための NO_x センサ異常検出装置において、流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには排気ガス中の NO_x を吸収し且つ流入する排気ガスの空燃比がリッチとなると吸収している NO_x を放出して排気ガス中の炭化水素により還元浄化し且つ流入する排気ガスの空燃比がリッチである間に吸収している NO_x の量が零に近づくアンモニアを生成する NO_x 吸収剤が内燃機関の排気通路に配置され、上記 NO_x センサが排気ガス中のアンモニア濃度に応じて異なる値の出力値を出力し、該出力値から排気ガス中のアンモニア濃度を検出することができ、上記 NO_x センサが該 NO_x 吸収剤から流出する排気ガス中の NO_x 濃度またはアンモニア濃度を検出するように NO_x 吸収剤下流の排気通路に配置されている場合には、 NO_x 吸収剤にリッチ空燃比の排気ガスを供給して NO_x 吸収剤に吸収されている NO_x の量を零に近づけ、このときに NO_x センサが出力する出力値の変動が当該 NO_x センサが正常であるときに取りうる変動からずれている場合に、 NO_x センサに異常があると判定することを特徴とする NO_x センサ異常検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は NO_x センサ異常検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】内燃機関から排出される排気ガス中の NO_x 濃度を検出するための NO_x センサが特開平11-14589号公報に開示されている。また、 NO_x センサにより検出された NO_x 濃度が正確であるか否かを知るためには、 NO_x センサの異常を検出する必要があることから、上記公報では、 NO_x 濃度を検出するために排気ガス中の酸素をポンピング処理したときに、このように酸素をポンピング処理するための2つの電極間にポンプ電流が発生するが、これら電極間のインピーダンスは、電極を含む回路をヒータにより加熱したときには、 NO_x センサが正常であれば、或る一定の値になることを利用して、 NO_x センサの異常を検出するようにしている。

【0003】すなわち上記公報では、酸素をポンピング処理するための電極を含む回路をヒータにより加熱したときに、これら電極間のインピーダンスが規定値に達していない場合に、 NO_x センサに異常があると判定するようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このように NO_x センサの分野においては、 NO_x センサの異常を検出するという要請がある。そこで本発明の目的は上記公報に記載されている NO_x センサ異常検出方法とは異なる方法を

50

3

採用したNO_xセンサ異常検出装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、1番目の発明では、内燃機関の燃焼室から排出される排気ガス中のNO_x濃度に応じて異なる値の出力値を出力し、該出力値から排気ガス中のNO_x濃度を検出することができるNO_xセンサの異常を検出するためのNO_xセンサ異常検出装置において、NO_xセンサに到達する排気ガス中のNO_x濃度を強制的に変動させ、このときNO_xセンサが出力する出力値の変動が当該NO_xセンサが正常であるときに取りうる変動からずれている場合に、NO_xセンサに異常があると判定する。すなわちNO_xセンサは排気ガス中のNO_x濃度に応じて異なる値の出力値を出力するので、排気ガス中のNO_x濃度を強制的に変動させれば、NO_xセンサの出力値も変動し、ここでNO_xセンサが正常であればこのときにはNO_xセンサの出力値は或る所定の形態でもって変動するはずであるから、このときのNO_xセンサの出力値の変動がNO_xセンサが正常であるときに取りうる変動からずれていれば、NO_xセンサに異常が生じている。

【0006】2番目の発明では1番目の発明において、内燃機関が通常の運転制御に従って運転せしめられているときに取りうる排気ガス中のNO_x濃度の変動よりも大きく排気ガス中のNO_x濃度を強制的に変動させる。

【0007】3番目の発明では1番目の発明において、内燃機関が燃焼室から排出された排気ガスを再び燃焼室内に循環させるように構成されている場合には、燃焼室内に循環せしめられる排気ガスの量を強制的に変動させることにより、排気ガス中のNO_x濃度を強制的に変動させる。

【0008】4番目の発明では1番目の発明において、内燃機関が燃焼室から排出された排気ガスを再び燃焼室内に循環させるように構成されている場合には、燃焼室内に循環せしめられる排気ガスの温度を強制的に変動させることにより、排気ガス中のNO_x濃度を強制的に変動させる。

【0009】5番目の発明では1番目の発明において、燃焼室内において燃料を点火するタイミングを強制的に変動させることにより、排気ガス中のNO_x濃度を強制的に変動させる。

【0010】6番目の発明では1～5番目の発明において、内燃機関の運転が定常状態にあるときにのみNO_xセンサの異常を検出するための制御を実行する。

【0011】7番目の発明では1～5番目の発明において、流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには排気ガス中のNO_xを吸収し且つ流入する排気ガス中の空燃比がリッチとなると吸収しているNO_xを放出して排気ガス中の炭化水素により還元浄化し且つ流入する排気ガスの空燃比がリッチである間に吸収しているNO_x

(3)

特開2003-120999

4

の量が零に近づくときアンモニアを生成するNO_x吸収剤が内燃機関の排気通路に配置され、上記NO_xセンサが該NO_x吸収剤から流出する排気ガス中のNO_x濃度を検出するようにNO_x吸収剤下流の排気通路に配置されている場合には、NO_x吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときにNO_xセンサの異常を検出する。

【0012】上記課題を解決するために8番目の発明では、内燃機関の燃焼室から排出される排気ガス中のNO_x濃度に応じて異なる値の出力値を出力し、該出力値から排気ガス中のNO_x濃度を検出することができるNO_xセンサの異常を検出するためのNO_xセンサ異常検出装置において、流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには排気ガス中のNO_xを吸収し且つ流入する排気ガスの空燃比がリッチとなると吸収しているNO_xを放出して排気ガス中の炭化水素により還元浄化し且つ流入する排気ガスの空燃比がリッチである間に吸収しているNO_xの量が零に近づくときアンモニアを生成するNO_x吸収剤が内燃機関の排気通路に配置され、上記NO_xセンサが排気ガス中のアンモニア濃度に応じて異なる値の出力値を出力し、該出力値から排気ガス中のアンモニア濃度を検出することができ、上記NO_xセンサが該NO_x吸収剤から流出する排気ガス中のNO_x濃度またはアンモニア濃度を検出するようにNO_x吸収剤下流の排気通路に配置されている場合には、NO_x吸収剤にリッチ空燃比の排気ガスを供給してNO_x吸収剤に吸収されているNO_xの量を零に近づけ、このときにNO_xセンサが出力する出力値の変動が当該NO_xセンサが正常であるときに取りうる変動からずれている場合に、NO_xセンサに異常があると判定する。すなわちNO_xセンサは排気ガス中のアンモニア濃度に応じて異なる値の出力値を出力するので、リッチ空燃比の排気ガスをNO_x吸収剤に供給してNO_x吸収剤に吸収されているNO_xの量を零に近づければ、NO_x吸収剤からアンモニアが流出し、したがって、NO_xセンサの出力値も変動し、ここでNO_xセンサが正常であればこのときにはNO_xセンサの出力値は或る所定の形態でもって変動するはずであるから、このときのNO_xセンサの出力値の変動がNO_xセンサが正常であるときに取りうる変動からずれていれば、NO_xセンサに異常が生じている。

【0013】

【発明の実施の形態】図面を参照して本発明の実施例について説明する。以下では、本発明を筒内噴射式火花点火機関に適用した実施例を説明するが、本発明は圧縮着火式内燃機関にも適用可能である。

【0014】図1を参照すると、1は機関本体、2はシリンダブロック、3はシリンダブロック2内で往復動するピストン、4はシリンダブロック2上に固定されたシリンダヘッド、5はピストン3とシリンダヘッド4との間に形成された燃焼室、6は吸気弁、7は吸気ポート、

(4)

特開2003-120399

5

8は排気弁、9は排気ポートを夫々示す。図1に示したように、シリンダヘッド4の内壁面の中央部には点火栓10が配置され、シリンダヘッド4の内壁面周辺部には燃料噴射弁11が配置される。また、ピストン3の頂面上には燃料噴射弁11の下方から点火栓10の下方まで延びるキャビティ12が形成されている。

【0015】各気筒の吸気ポート7は夫々対応する吸気枝管13を介してサージタンク14に連結され、サージタンク14は吸気ダクト15およびエアフロメータ16を介してエアクリーナ（図示せず）に連結される。吸気ダクト15内にはステップモータ17によって駆動されるスロットル弁18が配置される。一方、各気筒の排気ポート9は排気マニホールド19に連結され、この排気マニホールド19は酸化触媒または三元触媒20を内蔵した触媒コンバータ21および排気管22を介してNO_x吸収剤23を内蔵したケーシング24に連結される。排気マニホールド19とサージタンク14とは再循環排気ガス（以下、EGRガスという）導管26を介して互いに連結され、このEGRガス導管26内にはEGRガス制御弁27が配置される。

【0016】電子制御ユニット31はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス32を介して相互に接続されたRAM（ランダムアクセスメモリ）33、ROM（リードオンリメモリ）34、CPU（マイクロプロセッサ）35、入力ポート36および出力ポート37を具備する。エアフロメータ16は吸入空気量に比例した出力電圧を発生し、この出力電圧が対応するAD変換器38を介して入力ポート36に入力される。排気マニホールド19には空燃比を検出するための空燃比センサ28が取り付けられ、この空燃比センサ28の出力信号が対応するAD変換器38を介して入力ポート36に入力される。またNO_x吸収剤23を内蔵したケーシング24の出口に接続された排気管25内には排気ガス中のNO_x濃度を検出可能なNO_xセンサ29と、空燃比を検出可能な空燃比センサ30とが配置され、これらNO_xセンサ29および空燃比センサ30の出力信号が対応するAD変換器38を介して入力ポート36に入力される。

【0017】また、アクセルペダル40にはアクセルペダル40の踏み量に比例した出力電圧を発生する負荷センサ41が接続され、負荷センサ41の出力電圧は対応するAD変換器38を介して入力ポート36に入力される。クランク角センサ42は例えばクランクシャフトが30度回転する毎に出力パルスを発生し、この出力パルスが入力ポート36に入力される。CPU35ではこのクランク角センサ42の出力パルスから機関回転数が計算される。一方、出力ポート37は対応する駆動回路39を介して点火栓10、燃料噴射弁11、ステップモータ17およびEGR制御弁27に接続される。

【0018】詳細は後述するが、本実施例のNO_x吸収剤はそこに流入する排気ガスの空燃比がリーンであると

6

きに排気ガス中のNO_xを吸収し、そこに流入する排気ガスの空燃比がリッチとなると、吸収しているNO_xを放出し、この放出されたNO_xを排気ガス中の炭化水素により還元浄化することができる。

【0019】また、これも詳細は後述するが、本実施例のNO_xセンサは排気ガス中のNO_x濃度に応じて異なる値の出力値（出力信号）を出力する。すなわち、排気ガス中のNO_x濃度が変動すれば、NO_xセンサ29の出力値も変動する。以下で説明する本実施例のNO_xセンサ異常検出方法は、基本的には、こうしたNO_xセンサの出力特性を利用するものである。

【0020】次に本実施例のNO_xセンサの異常検出方法について説明する。本実施例のNO_xセンサ異常検出装置は、NO_xセンサ29の異常を検出しようとしたときに、燃焼室5から排出される排気ガス中のNO_x濃度を強制的に変動させ、これによりNO_xセンサ29に到達する排気ガス中のNO_x濃度を変動させ、このときのNO_xセンサ29の出力値（出力信号）の変動をNO_xセンサ29が正常であったならば取ったであろう所定の変動と比較し、このNO_xセンサ29の出力値の変動が所定の変動からずれている場合に、NO_xセンサ29に異常があると判定する。

【0021】なお、NO_xセンサ29に異常が生じていると判定する場合における所定の変動からのNO_xセンサ29の出力値の変動のずれの程度は、任意に決定されればよく、予め定められた一定程度でもよいし、内燃機関の運転状態に応じて異なる程度でもよい。

【0022】また、NO_xセンサ29の異常を検出しようとしたときに、NO_xセンサ29に到達する排気ガス中のNO_x濃度を変動させるべき幅は、NO_xセンサ29の異常を検出していないとき、すなわち、内燃機関が通常運転せしめられているときに起こりうる排気ガス中のNO_x濃度の変動の幅よりも大きくされる。

【0023】本実施例のNO_xセンサ異常検出方法の一例を図2に示したタイムチャートを参照して説明する。図2に示した例は、NO_xセンサ異常検出時において、NO_xセンサ29に到達する排気ガス中のNO_x濃度を変動させるための手段として、燃焼室5内に循環せしめられる排気ガス（EGRガス）の空気に対する割合（以下、EGR率と称す）を変動するという手段を採用した例である。

【0024】図2において、Reg_rはEGR率であり、C_{nox in}はNO_x吸収剤23に流入する排気ガス中のNO_x濃度、すなわち、燃焼室5から排出される排気ガス中の濃度であり、C_{nox out}はNO_x吸収剤23から流出した排気ガス中のNO_x濃度、すなわち、NO_xセンサ29に到達する排気ガス中のNO_x濃度であり、I_{nox}はNO_xセンサ29の出力値である。

【0025】図2に示したタイムチャートにおいて、時

50

7

刻 t_1 以前の通常制御が実行されている期間、すなわち、 NO_x センサ29の異常を検出していない期間においては、燃焼室5内にて発生する NO_x の量(以下、 NO_x 発生量と称す)が所定量よりも少ないほぼ一定の量に維持されるように、すなわち、 NO_x 吸収剤23に流入する排気ガス中の NO_x 濃度 $\text{C}_{\text{nox in}}$ が所定濃度よりも低いほぼ一定の濃度に維持されるように、EGR率 Reg r が予め定められたほぼ一定の率に維持されている。このとき NO_x 吸収剤23から流出する排気ガス中の NO_x 濃度 $\text{C}_{\text{nox out}}$ はほぼ一定濃度となるので、 NO_x センサ29の出力値 I_{nox} もほぼ一定の出力値を出力する。

【0026】一方、図2に示したタイムチャートにおいて、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの期間、すなわち、 NO_x センサ29の異常を検出するための期間においては、EGR率 Reg r が時刻 t_1 以前の通常制御における変動幅よりも大きな変動幅にて強制的に変動せしめられる。このようにEGR率 Reg r が大きく変動せしめられると、燃焼室5内にて発生する NO_x の量も大きく変動し、したがって、 NO_x 吸収剤23に流入する排気ガス中の NO_x 濃度 $\text{C}_{\text{nox in}}$ も大きく変動する。

【0027】このとき NO_x 吸収剤23に流入する排気ガス中の NO_x の多くは NO_x 吸収剤23に吸収されるとはいえ、 NO_x 吸収剤23から流出する排気ガス中の NO_x 濃度 $\text{C}_{\text{nox out}}$ も通常制御が実行されているときにおける変動幅よりも大きな変動幅にて変動する。

【0028】さてこのとき、 NO_x センサ29が正常であれば、 NO_x センサ29の出力値 I_{nox} も通常制御中における NO_x センサ29の出力値の変動幅よりも大きな変動幅にて変動する。しかしながら、 NO_x センサ29に異常があれば、 NO_x センサ29の出力値 I_{nox} は NO_x センサ29が正常であるときに取りうる変動幅よりも小さく変動するか、或いは、ほとんど変動しない。

【0029】すなわち、 NO_x センサ29の出力値 I_{nox} は、 NO_x センサ29が正常であれば、図2のタイムチャートの鎖線Aで示したように変動し、 NO_x センサ29に異常があれば、図2のタイムチャートの実線Bで示したように変動する。

【0030】そこで本実施例では、EGR率を通常制御中におけるその変動幅よりも大きく変動させ、このときの NO_x センサ29の出力値の変動幅を監視し、この変動幅が通常制御中におけるその変動幅よりも小さい場合、或いは、通常制御中における変動幅に対する異常検出中における変動幅の割合が一定割合よりも小さい場合に、 NO_x センサ29に異常があると判定する。

【0031】図3に本実施例の NO_x センサ異常検出を実行するためのフローの一例を示した。図3に示したフローでは、初めにステップ10において、車両が定常走行中であるか否かが判別される。ここでは車速が80k

(5)

特開2003-120399

8

m/h \sim 90km/hであるときに車両が定常走行中であると判別される。さてステップ10において、車両が定常走行中ではないと判別されたときには、ルーチンは終了するが、車両が定常走行中であると判別されたときには、ルーチンはステップ11に進む。

【0032】ステップ11では、 NO_x 吸収剤23から NO_x を放出させて排気ガス中の炭化水素により還元浄化する NO_x 還元処理が実行されているか否かが判別される。ステップ11において、 NO_x 還元処理が実行されていると判別されたときには、ルーチンは終了するが、 NO_x 還元処理が実行されていないと判別されたときには、ルーチンはステップ12に進む。

【0033】ステップ12では、EGR率が強制的に大きな変動幅をもって変動せしめられ、次いでステップ13においてこのときの NO_x センサ29の出力値の最大値と最小値との差 $\Delta \text{I}_{\text{nox}}$ が算出される。

【0034】次いでステップ14において、ステップ13において算出された出力差 $\Delta \text{I}_{\text{nox}}$ が所定の値 $\Delta \text{I}_{\text{th}}$ よりも小さいか否かが判別される。ステップ14において、 $\Delta \text{I}_{\text{nox}} \geq \Delta \text{I}_{\text{th}}$ であると判別されたときには、ルーチンは終了する。すなわち、このときには NO_x センサ29は正常であると判定される。一方、ステップ14において、 $\Delta \text{I}_{\text{nox}} < \Delta \text{I}_{\text{th}}$ であると判別されたときには、 NO_x センサ29に異常があると判定し、ルーチンはステップ15に進んで NO_x センサ29に異常があることを表示する。

【0035】次に上述した実施例とは別の実施例について説明する。この第2の実施例の NO_x センサ異常検出装置では、 NO_x センサ29に到達する排気ガス中の NO_x 濃度を変動させる手段として、EGRガスの温度を変動させるという手段が採用される。すなわち、燃焼室5内にて発生する NO_x の量(NO_x 発生量)は、EGRガスの温度が変動しても変動する。そこで第2の実施例では、 NO_x センサ29の異常を検出しようとしたときには、EGRガスの温度が通常制御における変動幅よりも大きな変動幅にて強制的に変動せしめられる。このようにEGRガスの温度が大きく変動せしめられると、燃焼室5内にて発生する NO_x の量(NO_x 発生量)も大きく変動し、したがって、 NO_x 吸収剤23に流入する排気ガス中の NO_x 濃度も大きく変動し、したがって、 NO_x 吸収剤23から流出する排気ガス中の NO_x 濃度も大きく変動する。

【0036】このとき、 NO_x センサ29が正常であれば、 NO_x センサ29の出力値も通常制御中における NO_x センサ29の出力値の変動幅よりも大きな変動幅にて変動する。しかしながら、 NO_x センサ29に異常があれば、 NO_x センサ29の出力値は NO_x センサ29が正常であるときに取りうる変動幅よりも小さく変動するか、或いは、ほとんど変動しない。

【0037】そこで第2の実施例では、 NO_x センサ異

50

9

常検出中において、EGRガスの温度を通常制御中におけるEGRガスの温度の変動幅よりも大きく変動させ、このときのNO_xセンサ29の出力値の変動幅を監視し、この変動幅が通常制御中における変動幅よりも小さい場合、或いは、通常制御中における変動幅に対する異常検出中における変動幅の割合が一定割合よりも小さい場合に、NO_xセンサ29に異常があると判定する。

【0038】また、本発明の第3の実施例のNO_xセンサ異常検出装置では、NO_xセンサ29に到達する排気ガス中のNO_x濃度を変動させる手段として、燃焼室5内において点火栓10により燃料を点火するタイミング（以下、点火タイミングと称す）を変動させるという手段が採用される。すなわち、燃焼室5内にて発生するNO_xの量（NO_x発生量）は、点火タイミングが変動しても変動する。そこで第3の実施例では、NO_xセンサ29の異常を検出しようとするときには、点火タイミングが通常制御中に行われる点火タイミングの変動幅よりも大きな変動幅にて強制的に変動せしめられる。このように点火タイミングが大きく変動せしめられると、燃焼室5内にて発生するNO_xの量（NO_x発生量）も大きく変動し、したがって、NO_x吸収剤23に流入する排気ガス中のNO_x濃度も大きく変動し、したがって、NO_x吸収剤23から流出する排気ガス中のNO_x濃度も大きく変動する。

【0039】このとき、NO_xセンサ29が正常であれば、NO_xセンサ29の出力値も通常制御中におけるNO_xセンサ29の出力値の変動幅よりも大きな変動幅にて変動する。しかしながら、NO_xセンサ29に異常があれば、NO_xセンサ29の出力値はNO_xセンサ29が正常であるときに取りうる変動幅よりも小さく変動するか、或いはほとんど変動しない。

【0040】そこで第3の実施例では、NO_xセンサ異常検出中において、点火タイミングを通常制御中における点火タイミングの変動幅よりも大きく変動させ、このときのNO_xセンサ29の出力値の変動幅を監視し、この変動幅が通常制御中における変動幅よりも小さい場合、或いは、通常制御中における変動幅に対する異常検出中における変動幅の割合が一定割合よりも小さい場合に、NO_xセンサ29に異常があると判定する。

【0041】ところで上述した実施例では、NO_xセンサ異常検出中においては、EGR率を変動させ、或いは、EGRガスの温度を変動させ、或いは、点火タイミングを変動させるので、NO_xセンサ異常検出中の内燃機関の運転状態は少なからず要求される運転状態からずれることとなる。このことは内燃機関から安定した出力を出力させるという観点からは好ましくない。

【0042】そこで上述した実施例では、NO_xセンサ29の異常を検出するための制御が実行されたとしても内燃機関の運転状態が要求運転状態からずれる程度が小さく抑制される条件が満たされているときにのみ、NO

(6)

特開2003-120399

10

センサ異常検出が実行される。別の云い方をすれば、NO_xセンサ29の異常を検出するための制御を実行したとしても内燃機関が出力するトルクの変動が許容範囲内に収まるときにのみ、NO_xセンサ異常検出が実行される。

【0043】NO_xセンサ29の異常を検出するための制御を実行したとしても内燃機関の運転状態が要求運転状態からずれる程度が小さく抑制される条件としては、例えば、内燃機関の運転が定常状態にあるときであり、このように内燃機関の運転が定常状態にあるときは、内燃機関に要求されるトルクが一定であるときであり、或いは、内燃機関が車両に搭載されている場合には車両が一定速度にて走行しているときである。

【0044】ところで上述したように、NO_x吸収剤29はそこに流入する排気ガスの空燃比がリッチとなると、吸収しているNO_xを放出し、この放出されたNO_xを排気ガス中の炭化水素により還元浄化する。ところでNO_x吸収剤23が吸収可能なNO_x量には限界がある。したがってNO_x吸収剤23に吸収されているトータルのNO_x量（以下、トータルNO_x吸収量と称す）が、その限界値（以下、NO_x吸収限界値）を超えるまでは、NO_x吸収剤23は流入するNO_xのほとんどを吸収することができるが、トータルNO_x吸収量がNO_x吸収限界値に達すると、NO_x吸収剤23はもはやNO_xを吸収することができず、したがってNO_x吸収剤23に流入したNO_xがNO_x吸収剤23に吸収されずにNO_x吸収剤23から流出し、結果として、排気エミッションが悪化する。

【0045】こうした理由による排気エミッションの悪化を抑制するために、上述した実施例では、トータルNO_x吸収量がNO_x吸収限界値に達する前に、NO_x吸収剤23にリッチ空燃比の排気ガスを供給し、NO_x吸収剤23からNO_xを放出させ、この放出させたNO_xをNO_x吸収剤23に還元浄化させるためのNO_x還元処理を実行するようにする。斯くして上記実施例では、排気エミッションの悪化が抑制される。

【0046】なお、NO_x吸収剤23に流入する排気ガスの空燃比をリッチにする方法は種々の方法がある。例えば燃焼室5内における混合気の平均空燃比をリッチにすることにより排気ガスの空燃比をリッチにすることもできるし、膨張行程末期または排気行程中に追加の燃料を噴射することによって排気ガスの空燃比をリッチにすることもできるし、またはNO_x吸収剤23上流の排気通路内に追加の燃料を噴射することによって排気ガスの空燃比をリッチにすることもできる。本発明の実施例では1番目の方法、すなわちリッチ空燃比のもとで均一混合気燃焼を行わせることによって排気ガスの空燃比をリッチにするようにしている。

【0047】ところでNO_x還元処理が実行され、NO_x吸収剤23に吸収されているNO_xの量（トータルN

50

11

NO_x吸収量)が零に近づくと、NO_x還元処理が終了せしめられるわけであるが、トータルNO_x吸収量が零に近づくとNO_x吸収剤23にてアンモニアが生成され、したがって、NO_x吸収剤23からアンモニアが流出する。

【0048】そして本実施例のNO_xセンサ29はアンモニア濃度をも検出することができる。したがって、NO_xセンサ29の異常を検出しようとしてEGR率を変動させ、或いは、EGRガスの温度を変動させ、或いは、点火タイミングを変動させたとしても、NO_x吸収剤23にリッチ空燃比の排気ガスが流入せしめられているときには、NO_x吸収剤23からアンモニアが流出し、したがってNO_xセンサ29はNO_x濃度ではなくアンモニア濃度を検出している可能性がある。すなわちNO_x還元処理実行中においてNO_xセンサ異常検出が実行されても、精度高くNO_xセンサ29の異常を検出することはできない。そこで上記実施例では、NO_x吸収剤23に流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときにのみ、NO_xセンサ異常検出が実行される。

【0049】また、NO_x還元処理中において、燃焼室5内にてリッチ空燃比にて燃料を燃焼させることによりNO_x吸収剤23にリッチ空燃比の排気ガスが供給される場合には、燃焼室5内にてリーン空燃比にて燃料が燃焼せしめられているときにのみ、NO_xセンサ異常検出が実行される。

【0050】さらに上述したように、NO_x還元処理が実行され、NO_x吸収剤23に吸収されているNO_xの量(トータルNO_x吸収量)が零に近づいたときに、NO_x吸収剤23にてアンモニアが生成され、NO_x吸収剤23からアンモニアが流出することを利用して、NO_xセンサ29の異常を検出することもできる。

【0051】すなわち、NO_xセンサ29の異常を検出しようとしたときに、NO_x吸収剤23にリッチ空燃比の排気ガスを供給し、NO_x吸収剤23に吸収されているトータルNO_x吸収量が零に近づいたときのNO_xセンサ29の出力値を監視し、このときのNO_xセンサ29の出力値の変動がNO_xセンサ29が正常であれば取ったであろう変動からずれているとき、より具体的には、このときのNO_xセンサ29の出力値の変動幅がNO_xセンサ29が正常であれば取ったであろう変動幅よりも小さいときに、NO_xセンサ29に異常があると判定するようにしてもよい。

【0052】なお、NO_xセンサ異常検出中において、EGR率の変動周期、或いは、EGRガスの温度の変動周期、或いは、点火タイミングの変動周期はNO_xセンサの応答時間の約6倍とされる。したがってNO_xセンサの応答時間が約1秒であるときには、EGR率の変動周期、或いは、EGRガスの温度の変動周期、或いは、点火タイミングの変動周期は約6秒とされる。

【0053】また、NO_xセンサ異常検出中において、

(7)

特開2003-120399

12

一変動周期を一回の変動としたときに、EGR率の変動回数、或いは、EGRガスの温度の変動回数、或いは、点火タイミングの変動周期は少なくとも3回以上とされる。

【0054】次に図4を参照しつつ図1に示したNO_xセンサ29のセンサ部の構造について簡単に説明する。図4を参照するとNO_xセンサ29のセンサ部は互いに積層された6つの酸化ジルコニア等の酸素イオン伝導性固体電解質層からなり、これら6つの固体電解質層を以下、上から順に第1層L₁、第2層L₂、第3層L₃、第4層L₄、第5層L₅、第6層L₆と称する。

【0055】図4を参照すると第1層L₁と第3層L₃との間に例えば多孔質のまたは細孔が形成されている第1の拡散律速部材50と第2の拡散律速部材51とが配置されており、これら拡散律速部材50、51間には第1室52が形成され、第2の拡散律速部材51と第2層L₂との間には第2室53が形成されている。また第3層L₃と第5層L₅との間には外気に連通している大気室54が形成されている。一方、第1の拡散律速部材50の外端面は排気ガスと接触している。したがって排気ガスは第1の拡散律速部材50を介して第1室52内に流入し、斯くして第1室52内は排気ガスで満たされている。

【0056】一方、第1室52に面する第1層L₁の内周面上には陰極側第1ポンプ電極55が形成され、第1層L₁の外周面上には陽極側第1ポンプ電極56が形成されており、これら第1ポンプ電極55、56間には第1ポンプ電圧源57により電圧が印加される。第1ポンプ電極55、56間に電圧が印加されると第1室52内の排気ガス中に含まれる酸素が陰極側第1ポンプ電極55と接触して酸素イオンとなり、この酸素イオンは第1層L₁内を陽極側第1ポンプ電極56に向けて流れる。したがって第1室52内の排気ガス中に含まれる酸素は第1層L₁内を移動して外部に汲み出されることになり、このとき外部に汲み出される酸素量は第1ポンプ電圧源57の電圧が高くなるほど多くなる。

【0057】一方、大気室54に面する第3層L₃の内周面上には基準電極58が形成されている。ところで酸素イオン伝導性固体電解質では固体電解質層の両側において酸素濃度に差があると酸素濃度の高い側から酸素濃度の低い側に向けて固体電解質層内を酸素イオンが移動する。図4に示した例では大気室54内の酸素濃度の方が第1室52内の酸素濃度よりも高いので大気室54内の酸素は基準電極58と接触することにより電荷を受け取って酸素イオンとなり、この酸素イオンは第3層L₃、第2層L₂および第1層L₁内を移動し、陰極側第1ポンプ電極55において電荷を放出する。その結果、基準電極58と陰極側第1ポンプ電極55との間に符号59で示した電圧V₀が発生する。この電圧V₀は大気室54内と第1室52内との酸素濃度差に比例する。

(8)

特開2003-120399

13

【0058】図4に示した例ではこの電圧 V_1 が第1室52内の酸素濃度が1 p.p.m.のときに生ずる電圧に一致するように第1ポンプ電圧源57の電圧がフィードバック制御される。すなわち、第1室52内の酸素は第1室52内の酸素濃度が1 p.p.m.となるように第1層 L_1 を通過して汲み出され、それによって第1室52内の酸素濃度が1 p.p.m.に維持される。

【0059】なお陰極側第1ポンプ電極55は NO_x に対しては還元性の低い材料、例えば金Auと白金Ptとの合金から形成されており、したがって排気ガス中に含まれる NO_x は第1室52内ではほとんど還元されない。したがってこの NO_x は第2の拡散律速部材51を通過して第2室53内に流入する。

【0060】一方、第2室53に面する第1層 L_1 の内周面上には陰極側第2ポンプ電極60が形成されており、この陰極側第2ポンプ電極60と陽極側第1ポンプ電極556との間には第2ポンプ電圧源61により電圧が印加される。これらポンプ電極60、56間に電圧が印加されると第2室53内の排気ガス中に含まれる酸素が陰極側第2ポンプ電極60と接触して酸素イオンとなり、この酸素イオンは第1層 L_1 内を陽極側第1ポンプ電極56に向けて流れる。したがって第2室53内の排気ガス中に含まれる酸素は第1層 L_1 内を移動して外部に汲み出されることになり、このとき外部に汲み出される酸素量は第2ポンプ電圧源61の電圧が高くなるほど多くなる。

【0061】一方、前述したように酸素イオン伝導性固体電解質では固体電解質層の両側において酸素濃度に差があると酸素濃度の高い側から酸素濃度の低い側に向けて固体電解質層内を酸素イオンが移動する。図4に示した例では大気室54内の酸素濃度の方が第2室53内の酸素濃度よりも高いので大気室54内の酸素は基準電極58と接触することにより電荷を受け取って酸素イオンとなり、この酸素イオンは第3層 L_3 、第2層 L_2 および第1層 L_1 内を移動し、陰極側第2ポンプ電極60において電荷を放出する。その結果、基準電極58と陰極側第2ポンプ電極60との間に符号62で示した電圧 V_1 が発生する。この電圧 V_1 は大気室54内と第2室53内との酸素濃度差に比例する。

【0062】図4に示した例ではこの電圧 V_1 が第2室53内の酸素濃度が0.01 p.p.m.のときに生ずる電圧に一致するように第2ポンプ電圧源61の電圧がフィードバック制御される。すなわち第2室53内の酸素は第2室53内の酸素濃度が0.01 p.p.m.となるように第1層 L_1 を通過して汲み出され、それによって第2室53内の酸素濃度が0.01 p.p.m.に維持される。

【0063】なお陰極側第2ポンプ電極60も NO_x に対しては還元性の低い材料、例えば金Auと白金Ptとの合金から形成されており、したがって排気ガス中に含まれる NO_x は陰極側第2ポンプ電極60と接触しても

14

ほとんど還元されない。

【0064】一方、第2室53に面する第3層 L_3 の内周面上には NO_x 検出用の陰極側ポンプ電極63が形成されている。この陰極側ポンプ電極63は NO_x に対して強い還元性を有する材料、例えばロジウムRhや白金Ptから形成されている。したがって第2室53内の NO_x 、実際には大部分を占めるNOが陰極側ポンプ電極63上において N_2 と O_2 とに分解される。図4に示したようにこの陰極側ポンプ電極63と基準電極58との間には一定電圧64が印加されており、したがって陰極側ポンプ電極63上において分解生成された O_2 は酸素イオンとなって第3層 L_3 内を基準電極58に向けて移動する。このとき陰極側ポンプ電極63と基準電極58との間にはこの酸素イオン量に比例した符号65で示した電流 I_1 が流れる。

【0065】前述したように第1室52内では NO_x はほとんど還元されず、また第2室53内には酸素はほとんど存在しない。したがって電流 I_1 は排気ガス中に含まれる NO_x 濃度に比例することになり、斯くして電流 I_1 から排気ガス中の NO_x 濃度を検出できることになる。

【0066】一方、排気ガス中に含まれるアンモニア NH_3 は第1室52内においてNOと H_2O とに分解され($4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$)、この分解されたNOは第2の拡散律速部材51を通過して第2室53内に流入する。このNOは陰極側ポンプ電極63上において N_2 と O_2 とに分解され、分解生成された O_2 は酸素イオンとなって第3層 L_3 内を基準電極58に向けて移動する。このときにも電流 I_1 は排気ガス中に含まれる NH_3 濃度に比例し、斯くして電流 I_1 から排気ガス中の NH_3 濃度を検出できることになる。

【0067】図5は電流 I_1 と排気ガス中の NO_x 濃度および NH_3 濃度との関係を示している。図5から電流 I_1 は排気ガス中の NO_x 濃度および NH_3 濃度に比例していることがわかる。

【0068】一方、排気ガス中の酸素濃度が高いほど、すなわち空燃比がリーンであるほど第1室52から外部に汲み出される酸素量が多くなり、符号66で示した電流 I_2 が増大する。したがってこの電流 I_2 から排気ガスの空燃比を検出することができる。

【0069】なお第5層 L_5 と第6層 L_6 との間には NO_x センサ29のセンサ部を加熱するための電気ヒータ67が配置されており、この電気ヒータ67によって NO_x センサ29のセンサ部は700℃から800℃に加熱される。

【0070】図6は NO_x 吸収剤23下流の排気管25内に配置された空燃比センサ30の出力電圧E(V)、すなわち一般的な表現を用いると空燃比検出手段の出力信号レベルを示している。図6からわかるように空燃比センサ30は排気ガスの空燃比がリッチのときには0、

50

15

9 (V) 程度の出力電圧を発生し、排気ガスの空燃比がリーンのときには0.1 (V) 程度の出力電圧を発生する。すなわち図6に示した例ではリッチであることを示す出力信号レベルは0.9 (V) であり、リーンであることを示す出力信号レベルは0.1 (V) である。

【0071】一方、前述したようにNO_x センサ29の電流I_a から排気ガスの空燃比を検出することができ、したがって空燃比検出手段としてNO_x センサ29を用いることもできる。この場合には空燃比センサ30を設ける必要がない。

【0072】次に図7 (A) を参照しつつ図1に示した内燃機関の燃料噴射制御について説明する。なお図7 (A) において縦軸は機関負荷Q/N (吸入空気量Q/機関回転数N) を表しており、横軸は機関回転数Nを表している。

【0073】図7 (A) において実線X₁ よりも低負荷側の運転領域では成層燃焼が行われる。すなわちこのときには図1に示したように圧縮行程末期に燃料噴射弁11からキャビティ12内に向けて燃料Fが噴射される。この燃料はキャビティ12の内周面により案内されて点火栓10周りに混合気を形成し、この混合気が点火栓10によって着火燃焼せしめられる。このとき燃焼室5内における平均空燃比はリーンとなっている。

【0074】一方、図7 (A) において実線X₁ よりも高負荷側の領域では吸気行程中に燃料噴射弁11から燃料が噴射され、このときには均一混合気燃焼が行われる。なお実線X₁ と鎖線X₂ との間ではリーン空燃比のもとで均一混合気燃焼が行われ、鎖線X₂ と鎖線X₃ との間では理論空燃比のもとで均一混合気燃焼が行われ、鎖線X₃ よりも高負荷側ではリッチ空燃比のもとで均一混合気燃焼が行われる。

【0075】本発明では空燃比を理論空燃比とするのに必要な基本燃料噴射量TAUが図7 (B) に示したように機関負荷Q/Nおよび機関回転数Nの関数としてマップの形で予めROM34内に記憶されており、基本的にはこの基本燃料噴射量TAUに補正係数Kを乗算することによって最終的な燃料噴射量TAUO (=K・TAU) が算出される。この補正係数Kは図7 (C) に示したように機関負荷Q/Nおよび機関回転数Nの関数としてマップの形で予めROM34内に記憶されている。

【0076】この補正係数Kの値はリーン空燃比のもとで燃焼が行われる図7 (A) の鎖線X₂ よりも低負荷側の運転領域では1.0よりも小さく、リッチ空燃比のもとで燃焼が行われる図7 (A) の鎖線X₃ よりも高負荷側の運転領域では1.0よりも大きくなる。またこの補正係数Kは鎖線X₂ と鎖線X₃ との間の運転領域では1.0とされ、このとき空燃比は理論空燃比となるように空燃比センサ28の出力信号に基づいてフィードバック制御される。

【0077】次に、NO_x 吸収剤23について説明す

(9)

特開2003-120399

16

る。NO_x 吸収剤23は例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金Ptのような貴金属とが担持されている。この場合、ケーシング24内に例えばコージライトからなるバティキュレートフィルタを配置し、このバティキュレートフィルタ上にアルミナを担体とするNO_x 吸収剤23を担持させることもできる。

【0078】いずれの場合であっても機関吸気通路、燃焼室5およびNO_x 吸収剤23上流の排気通路内に供給された燃料(炭化水素)の量に対する空気の量の比をNO_x 吸収剤23への流入排気ガスの空燃比と称するとこのNO_x 吸収剤23は流入排気ガスの空燃比がリーンのときにはNO_x を吸収し、流入排気ガスの空燃比が理論空燃比またはリッチになると吸収したNO_x を放出するNO_x の吸放出作用を行う。

【0079】このNO_x 吸収剤23を機関排気通路内に配置すればNO_x 吸収剤23は実際にNO_x の吸放出作用を行うがこの吸放出作用の詳細なメカニズムについては明らかでない部分もある。しかしながらこの吸放出作用は図8に示したようなメカニズムで行われているものと考えられる。次にこのメカニズムについて担体上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとりて説明するが他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様なメカニズムとなる。

【0080】図1に示した内燃機関では使用頻度の高い大部分の運転状態において空燃比がリーンの状態で燃焼が行われる。このように空燃比がリーンの状態で燃焼が行われている場合には排気ガス中の酸素濃度は高く、このときには図8 (A) に示したようにこれら酸素O₂ がO₂⁻またはO₂²⁻の形で白金Ptの表面に付着する。一方、流入排気ガス中のNOは白金Ptの表面上でO₂⁻またはO₂²⁻と反応し、NO₂となる(2NO+O₂→2NO₂)。次いで生成されたNO₂の一部は白金Pt上で酸化されつつ吸収剤内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら図8 (A) に示したように硝酸イオンNO₃⁻の形で吸収剤内に拡散する。このようにしてNO_x がNO_x 吸収剤23内に吸収される。流入排気ガス中の酸素濃度が高い限り白金Ptの表面でNO₂ が生成され、吸収剤のNO_x 吸収能力が飽和しない限りNO₂ が吸収剤内に吸収されて硝酸イオンNO₃⁻が生成される。

【0081】一方、流入排気ガスの空燃比がリッチにされると流入排気ガス中の酸素濃度が低下し、その結果、白金Ptの表面でのNO₂ の生成量が低下する。NO₂ の生成量が低下すると反応が逆方向(NO₃⁻→NO₂)に進み、斯くして吸収剤内の硝酸イオンNO₃⁻がNO₂ の形で吸収剤から放出される。このときNO_x 吸収剤23から放出されたNO_x は図8 (B) に示したように流

50

(10)

特開2003-120399

17

18

入排気ガス中に含まれる多量の未燃HC、COと反応して還元せしめられる。このようにして白金Ptの表面上にNO_xが存在しなくなると吸収剤から次から次へとNO_xが放出される。したがって流入排気ガスの空燃比がリッチにされると短時間のうちにNO_x吸収剤23からNO_xが放出され、しかもこの放出されたNO_xが還元されるために大気中にNO_xが排出されることはない。

【0082】なおこの場合、流入排気ガスの空燃比を理論空燃比にしてもNO_x吸収剤23からNO_xが放出される。しかしながら流入排気ガスの空燃比を理論空燃比にした場合にはNO_x吸収剤23からNO_xが徐々にしか放出されないためにNO_x吸収剤23に吸収されている全NO_xを放出させるには若干長い時間を要する。

【0083】次にNO_x吸収剤23からNO_xを放出すべくNO_x吸収剤23に流入する排気ガスの空燃比をリッチにしたときの還元剤の量とNO_x吸収剤23から下流へ流出する排気ガス中のアンモニアNH₃の濃度との関係について説明する。まず初めに還元剤の量について説明する。NO_x吸収剤23に流入する排気ガスの空燃比を理論空燃比にするのに必要な燃料量に対して過剰な燃料はNO_xの放出および還元のために使用されるのでこの過剰な燃料の量がNO_xの放出および還元使用される還元剤の量に一致する。このことはNO_x吸収剤23からNO_xを放出すべきときに燃焼室5内における混合気空燃比をリッチにした場合でも、膨張行程末期または排気行程中に追加の燃料を噴射した場合でも、NO_x吸収剤23上流の排気通路内に追加の燃料を噴射した場合でも当てはまる。

【0084】次にアンモニアの濃度について説明する。空燃比がリーンなとき、すなわち酸化雰囲気なときにはアンモニアNH₃はほとんど発生しない。ところが空燃比がリッチになると、すなわち還元雰囲気になると吸入空気中または排気ガス中の窒素N₂が酸化触媒または三元触媒20において炭化水素HCにより還元され、アンモニアNH₃が生成される。しかしながら空燃比がリッチになるとNO_x吸収剤23からNO_xが放出され、生成されたアンモニアNH₃はこのNO_xを還元するために使用されるのでNO_x吸収剤23からNO_xが放出されている間、正確には供給された還元剤がNO_xの放出および還元のために使用されている間はNO_x吸収剤23から下流へアンモニアNH₃は流出しない。これに対してNO_x吸収剤23からのNO_xの放出が完了した後も空燃比がリッチにされていると、より正確に言うとNO_x吸収剤23からNO_xを放出し還元するために使用されない余剰の還元剤が供給されるとアンモニアNH₃はもはやNO_xの還元のために消費されることがなくなり、斯くしてこのときにはNO_x吸収剤23から下流へアンモニアNH₃が流出することになる。

【0085】このことはNO_x吸収剤23の上流に酸化触媒または三元触媒20が設けられていない場合でも生

ずる。すなわちNO_x吸収剤23も還元機能を有する白金Pt等の触媒を具えているので空燃比がリッチになるとNO_x吸収剤23においてアンモニアNH₃が生成される可能性がある。しかしながらたとえアンモニアNH₃が生成されたとしてもこのアンモニアNH₃はNO_x吸収剤23から放出されたNO_xを還元するために使用されるためにNO_x吸収剤23から下流へはアンモニアNH₃が流出しない。ところがNO_x吸収剤23からNO_xを放出し還元するために使用されない余剰の還元剤が供給されると前述したようにNO_x吸収剤23から下流へアンモニアNH₃が流出することになる。

【0086】このようにNO_x吸収剤23に流入する排気ガスの空燃比がリッチにされたときにNO_x吸収剤23からNO_xを放出し還元するために使用されない余剰の還元剤が供給されるとこの余剰の還元剤はアンモニアNH₃の形でNO_x吸収剤23から下流へ流出し、このとき流出するアンモニア量は余剰の還元剤の量に比例する。したがってこのとき流出するアンモニア量から余剰の還元剤量がわかることになる。このアンモニア量はアンモニア濃度を検出可能なNO_xセンサ29によって検出される。この場合、このアンモニア濃度の積算値は余剰の還元剤量を表していると考えられ、したがってアンモニア濃度の積算値は余剰の還元剤量を表わす代表値であると言える。またこのアンモニア濃度の最大値が余剰の還元剤量を表しているとも考えることができ、したがってアンモニア濃度の最大値は余剰の還元剤量を表わす代表値であると言える。

【0087】

【発明の効果】NO_xセンサは排気ガス中のNO_x濃度に応じて異なる値の出力値を出力するので、排気ガス中のNO_x濃度を強制的に変動させれば、NO_xセンサの出力値も変動し、ここでNO_xセンサが正常であればこのときにはNO_xセンサの出力値は或る所定の形態でもって変動するはずであるから、このときのNO_xセンサの出力値の変動がNO_xセンサが正常であるときに取りうる変動からずれていれば、NO_xセンサに異常が生じている。

【0088】また、NO_xセンサは排気ガス中のアンモニア濃度に応じて異なる値の出力値を出力するので、リッチ空燃比の排気ガスをNO_x吸収剤に供給してNO_x吸収剤に吸収されているNO_xの量を零に近づければ、NO_x吸収剤からアンモニアが流出し、したがって、NO_xセンサの出力値も変動し、ここでNO_xセンサが正常であればこのときにはNO_xセンサの出力値は或る所定の形態でもって変動するはずであるから、このときのNO_xセンサの出力値の変動がNO_xセンサが正常であるときに取りうる変動からずれていれば、NO_xセンサに異常が生じている。

【0089】したがって本発明によれば、NO_xセンサの異常を検出することができる。

(11)

特開2003-120399

19

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の NO_x センサ異常検出装置を備えた内燃機関を示す図である。

【図2】本発明の NO_x センサ異常検出装置の一例を説明するためのタイムチャートである。

【図3】本実施例の NO_x センサ異常検出を実行するためのフローチャートである。

【図4】 NO_x センサの構造を説明するための図である。

【図5】 NO_x 濃度およびアンモニア濃度と NO_x セン

サの出力電流値との関係を示す図である。

【図6】空燃比センサの出力特性を示す図である。

【図7】内燃機関の運転を説明するための図である。

【図8】 NO_x 吸収剤の作用を説明するための図である。

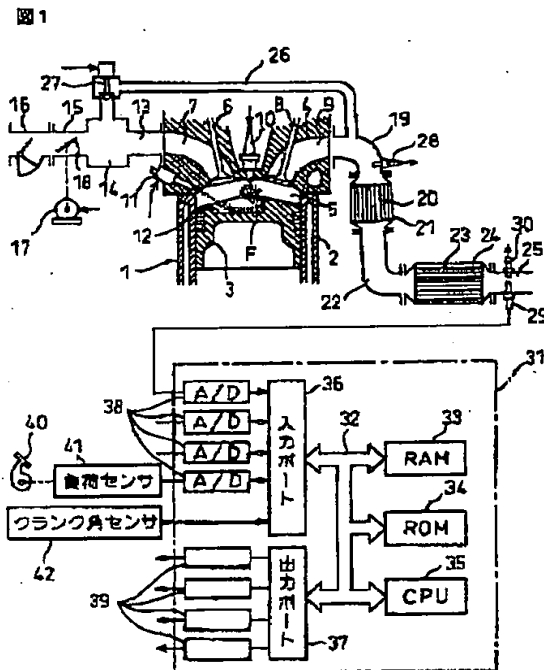
【符号の説明】

1…機関本体

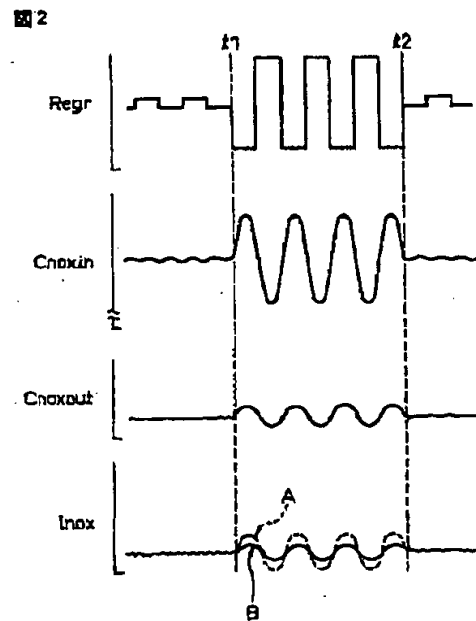
23… NO_x 吸収剤

29… NO_x センサ

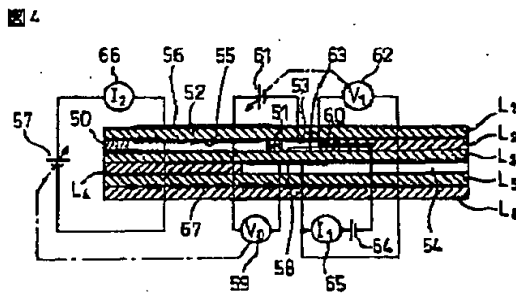
【図1】



【図2】

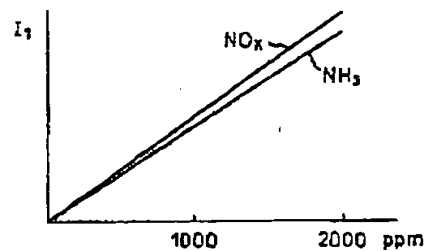


【図4】



【図5】

図5

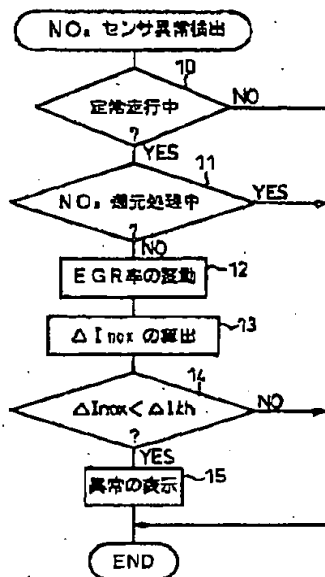


(12)

特開2003-120399

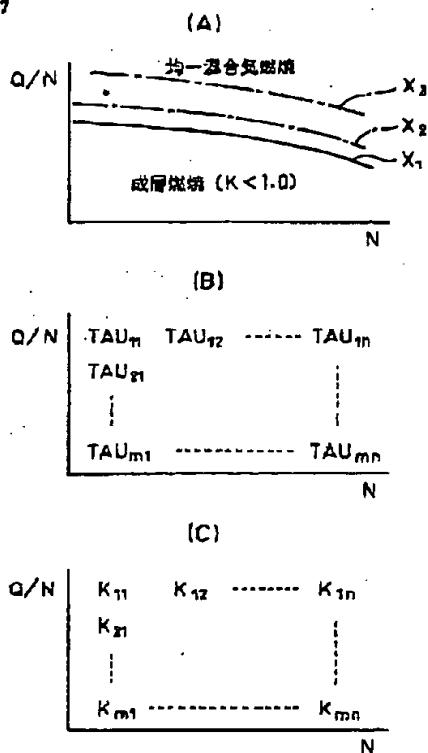
【図3】

図3



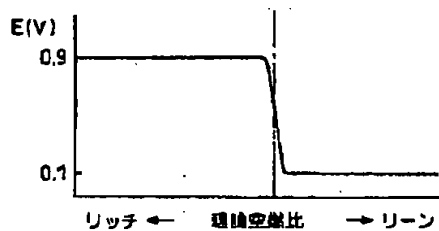
【図7】

図7



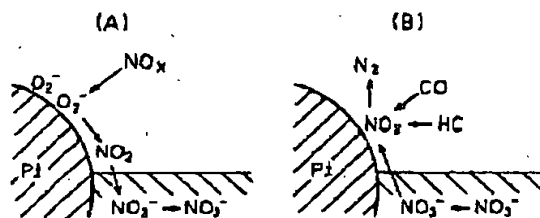
【図6】

図6



【図8】

図8



(13)

特開2003-120399

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テ-マ-ト* (参考)

F 0 1 N 3/28

3 0 1

F 0 1 N 3/28

3 0 1 C 3 G 3 0 1

F 0 2 D 21/08

3 0 1

F 0 2 D 21/08

3 0 1 Z

41/22

3 0 1

41/22

3 0 1 K

F 0 2 M 25/07

5 5 0

F 0 2 M 25/07

5 5 0 L

5 5 0 N

F 0 2 P 5/15

G 0 1 N 27/26

3 9 1 Z

G 0 1 N 27/26

3 9 1

F 0 2 P 5/15

A

27/416

G 0 1 N 27/46

3 1 1 G

27/419

3 2 7 G

3 2 7 R

F タ-ム (参考) 3G022 AA03 AA10 EA01 EA08 GA01

GA05 GA06 GA08

3G062 AA03 BA06 BA08 CA06 DA01

DA02 EA10 ED01 ED04 ED10

FA02 FA05 FA20 FA23 GA01

GA04 GA06 GA17

3G084 AA03 BA17 BA20 BA24 DA10

DA27 EA02 EB06 FA07 FA10

FA26 FA28 FA33 FA38

3G091 AA17 AA24 AA28 AB03 AB06

AB09 BA14 BA31 EA07 EA10

EA20 EA33 EA34 GA06 GB02Y

GB03Y GB04Y GB05W GB06W

GB17X HA36 HA37 HB05

3G092 AA01 DC09 EA21 FB02 HA01Z

HA11Z HD01X HD05Z HD07X

HE06Z HF08Z

3G301 HA04 HA06 HA13 JB09 LA00

MA01 NA08 NC01 PA01 PA11

PD01 PD15 PE01 PE03 PE09

PF03